

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①① N° de publication :
(A n'utiliser que pour
le classement et les
commandes de reproduction).

2.214.389

②① N° d'enregistrement national :
(A utiliser pour les paiements d'annuités,
les demandes de copies officielles et toutes
autres correspondances avec l'I.N.P.I.)

73.01582

BREVET D'INVENTION

PREMIÈRE ET UNIQUE
PUBLICATION

- ②② Date de dépôt 17 janvier 1973, à 15 h 17 mn.
Date de la décision de délivrance..... 29 juillet 1974.
④⑦ Publication de la délivrance..... B.O.P.I. — «Listes» n. 32 du 9-8-1974.
- ⑤① Classification internationale (Int. Cl.) G 08 c 21/00; G 01 b 19/02; G 08 c 9/00;
H 03 k 13/02.
- ⑦① Déposant : Société anonyme dite : SOCIÉTÉ ANONYME D'ÉTUDES ET RÉALISATIONS
NUCLÉAIRES - SODERN, résidant en France.
- ⑦③ Titulaire : *Idem* ⑦①
- ⑦④ Mandataire : Georges Souquet, Société Civile, S.P.I.D., 209, rue de l'Université, 75007 Paris.
- ⑤④ Procédé pour évaluer avec précision des distances traduites électriquement à partir de la
position d'une image sur une grille de codage portée par une surface photosensible,
et dispositif pour la mise en œuvre d'un tel procédé.
- ⑦② Invention de : François Desvignes.
- ③③ ③② ③① Priorité conventionnelle :

La présente invention est relative à un procédé pour évaluer avec précision des distances traduites électriquement à partir de la position d'une image sur une grille de codage portée par une surface photosensible; elle concerne également un dispositif pour la mise en oeuvre de ce procédé. Le dispositif conforme à l'invention s'insère dans la gamme des convertisseurs de position fournissant des signaux de lecture à partir d'un réseau codé selon un code déterminé.

On connaît déjà de nombreux dispositifs de repérage de la position relative entre un support pourvu d'un réseau de codage et une image lumineuse allongée (le convertisseur étant alors du type optique), le mouvement relatif entre le support et l'image lumineuse étant rectiligne de sorte que le réseau est balayé par ladite image. Dans ce type de dispositif, la précision de la mesure traduite en signaux électriques est limitée par un certain nombre de paramètres : encombrement, diamètre apparent de la source lumineuse, dimensions du diaphragme formant l'image lumineuse allongée, distance diaphragme-réseau codé, diffraction, etc.... En fait, le pas de la piste de codage du réseau, qui correspond au chiffre de rang le plus faible, est limité à la largeur de l'image allongée lumineuse.

Il a été proposé, dans la demande de brevet français N° 72/02009 (qui est relative à un convertisseur de position comportant un réseau codé suivant le code binaire cyclique), d'adjoindre - à la piste de plus faible poids - deux pistes supplémentaires qui lui sont identiques, mais respectivement décalées d'un demi-pas en avance et en retard par rapport à cette piste; les deux pistes supplémentaires permettent de réaliser ainsi une piste fictive ayant un pas moitié du pas normal de la piste de plus faible poids réalisable dans le convertisseur dont le réseau fait partie.

La présente invention a pour objectif d'améliorer, de façon optimale, la précision de la mesure apportée par l'adjonction de pistes supplémentaires à la piste de plus faible poids.

Le procédé conforme à l'invention, pour évaluer avec précision des distances traduites électriquement à partir de la position d'une image sur une grille de codage portée par une surface photosensible, notamment pour améliorer la précision de mesures de distances exprimées sous forme de n signaux électriques dont les

- niveaux sont représentatifs des m valeurs que peut prendre - selon le code de numération choisi - les n chiffres exprimant la position d'une image allongée de largeur L en mouvement relatif transversalement aux n pistes d'une grille de codage portée par une surface de n éléments de détection photo-électrique et sur laquelle
- 5 est définie une position de référence fixe, lesdites pistes se présentant sous forme de secteurs alternativement opaques et transparents pour constituer des motifs dont les pas - de la piste 1 correspondant au chiffre de rang le plus faible à la piste n correspondant au chiffre de rang le plus élevé - sont, d'une piste à la
- 10 suivante dans un rapport fonction du code de numération choisi, et le pas p des motifs de la piste 1 étant au minimum égal à L, de sorte que la distance est exprimée en termes de p, est principalement caractérisé en ce qu'il consiste :
- 15 - à former, pour chaque distance mesurée, un signal analogique dont le niveau variable entre une limite inférieure li et une limite supérieure ls est fonction de l'écart variable entre $-p/2$ et $+p/2$ entre la position réelle de l'image et celle exprimée par les n signaux électriques,
- 20 - et à transformer ledit signal analogique en un signal numérique exprimé dans le code de numération choisi . . .

Le dispositif de mise en oeuvre du procédé conforme à l'invention est principalement caractérisé en ce que la grille de codage comporte au moins une piste supplémentaire parallèle aux n

25 pistes dont le motif est tel qu'il présente - sur les mêmes axes a des zones de la piste 1 qui, excitées par l'image, donnent lieu à la formation d'un signal dont le niveau est représentatif des valeurs 1 à m - des zones transparentes dont le contour donne lieu à la formation d'un signal analogique variable entre une limite inférieure li et une limite supérieure ls et fonction de la position

30 de l'axe longitudinal de l'image entre les positions $-p/2$ et $+p/2$ de part et d'autre des axes a, ledit dispositif comportant, en outre, un circuit de traduction du signal analogique en un signal exprimé selon le code de numération choisi.

35 Les avantages et autres caractéristiques de l'invention ressortiront plus clairement à la lecture de la description qui suit, faite, à titre d'exemple non limitatif, en se reportant aux figures annexées qui représentent :

- figures 1a, 1b et 1c, une partie de la grille de codage limitée à une seule zone de la piste 1 et à la zone correspondante d'une piste supplémentaire permettant d'expliquer la formation du signal analogique variable entre les limites inférieure et supérieure 1i et 1s entre les positions $-p/2$ et $+p/2$ de part et d'autre de l'axe a de ladite zone de la piste 1,

- figure 2, une partie de la grille de codage selon un exemple de réalisation conforme à l'invention utilisant le code binaire pour exprimer la distance mesurée (partie supérieure de la figure) assortie d'un diagramme des signaux formés en fonction de la position de l'image lumineuse allongée,

- figure 3, un bloc-diagramme des circuits d'exploitation des signaux formés par l'intermédiaire de la grille de codage, dans un convertisseur conforme à l'invention,

- figures 4 et 5, deux des variantes de la grille de codage utilisable dans un dispositif conforme à l'invention.

Sur chacune des figures 1a, 1b et 1c, sont représentées une zone quelconque zql de la piste 1 qui, dans la grille de codage d'un dispositif conforme à l'invention, est affectée au chiffre de rang le plus faible, ainsi que la zone correspondante zc11 d'une piste supplémentaire 11 dont l'adjonction permet de répondre aux objectifs de l'invention.

Ainsi qu'il est connu, la zone zql se présente sous forme d'une ouverture pratiquée dans ladite grille, cette dernière constituant un masque porté par une surface photosensible divisée en autant d'éléments qu'il y a de pistes. Transversalement aux pistes, représentées schématiquement par des lignes pointillées, se déplace l'image lumineuse I de largeur L; la position de cette image sur la grille se définit par rapport à une position de référence RO supposée à gauche de la figure. Dans l'exemple représenté, la zone zql est définie par une ouverture carrée de côté égal à L; elle pourrait tout aussi bien être définie par une ouverture rectangulaire ou par une ouverture de largeur inférieure à L, pourvu que le pas entre les ouvertures successives de la piste 1 ne soit pas inférieure à L qui, ainsi que mentionné précédemment, fixe la définition du système.

La zone zc11 représentée sur la figure est définie par une ouverture triangulaire de la grille de codage dont l'axe transversal est confondu avec l'axe a de la zone zql à laquelle elle est affectée.

Les figures 1a, 1b et 1c illustrent trois positions différentes de l'image I pour lesquelles l'élément de la surface photosensible affecté à la piste 1 est excité :

5 - sur la figure 1a, l'axe de l'image ai est confondu avec l'axe a. Le signal fourni par l'élément de la surface photosensible affecté à la piste 11 est fonction de la surface mnop couverte par l'image au niveau de la zone zc11,

10 - sur la figure 1b, l'axe de l'image ai est décalé vers la position de référence d'une distance $L/2$, soit dans l'exemple représenté $p/2$, par rapport à l'axe a. Le signal fourni est alors fonction de la surface m'n'o' ,

15 - sur la figure 1c, l'axe de l'image est décalé dans le sens opposé à celui de la position de référence d'une distance également équivalente à $p/2$ par rapport à l'axe a. Le signal fourni est alors fonction de la surface m'n'o"p" .

20 L'examen de la figure montre que la surface m'n'o' est inférieure à la surface mnop, elle-même inférieure à la surface m'n'o"p" , et que - conformément à l'invention - , on forme donc, pour chaque distance mesurée, un signal analogique variable entre une limite inférieure li et une limite supérieure ls , fonction de l'écart variable entre $-p/2$ et $+p/2$, selon la position réelle de l'image et celle exprimée par l'excitation au niveau de la zone zq1.

25 Bien que l'ouverture de la grille de codage définissant la zone zc11 soit représentée de forme triangulaire, il va de soi que toute forme permettant la formation d'un signal analogique variable entre deux limites est envisageable. Dans l'exemple représenté, la zone zc11 est de plus définie par une ouverture en forme de triangle isocèle, de sorte que le signal analogique est une
30 fonction linéaire de l'écart variable entre $-p/2$ et $+p/2$.

La figure 2 représente une partie de la grille de codage susceptible d'être, conformément à l'invention, affectée à un dispositif dans lequel la distance mesurée est exprimée en code binaire. Ainsi qu'il est connu, la piste 1 affectée au chiffre de plus
35 faible poids se présente, dans la grille de codage, comme une succession d'ouvertures au pas $2p$ permettant la formation d'un signal de niveau "1", lorsqu'elles sont couvertes par l'image, qui délimitent entre elles des zones opaques définissant le niveau "0" du signal. Le diagramme r1 de la partie inférieure de la figure 2 repré-

sente le signal obtenu lorsque l'image se déplace le long de la piste 1.

Pour lever l'ambiguïté qui se présente lorsque l'image ne recouvre que partiellement une quelconque ouverture de la piste 1, la grille de codage comporte une piste de référence R formée par une ouverture continue, parallèle aux pistes, de hauteur moitié de celle des ouvertures carrées de la piste 1. Selon que l'image couvre moins ou plus de la moitié de la surface desdites ouvertures carrées, le niveau du signal normalisé par les circuits d'exploitations associés est égal à "0" ou "1" respectivement; il est traduit du signe de la différence entre le signal fourni par la piste 1 et celui fourni par la piste de référence R; par exemple (voir le diagramme r_1 et le niveau de référence r_R correspondant à la piste R), l'image I donne lieu à la formation d'un signal de niveau "1", l'image I', à la formation d'un signal de niveau "0".

Conformément à l'invention, la grille de codage comporte deux pistes supplémentaires 11 et 12 formées par une succession d'ouvertures en forme de triangle isocèle, pratiquées au pas $2p$, l'axe transversal des ouvertures de la piste 11 ayant même axe a que les ouvertures de la piste 1, et les ouvertures de la piste 12 ayant même axe a' que les zones opaques de ladite piste 1. Ainsi qu'il ressort de ce qui précède, à chacune des valeurs "1" et "0" que peut prendre, dans le code considéré, le chiffre de plus faible rang ou poids, correspondent des zones transparentes dont le contour donne lieu à la formation d'un signal analogique qui est une fonction linéaire de la position de l'image entre $-p/2$ et $+p/2$ de part et d'autre des axes a ou a' . Les diagrammes r_{11} et r_{12} (partie inférieure de la figure) représentent respectivement les signaux fournis par les pistes 11 et 12 lorsque l'image se déplace sur la grille de codage; chaque signal est fonction de la surface couverte par l'image. Dans l'exemple représenté, la hauteur des triangles isocèles délimitant les ouvertures est égale à $2L$ (L étant égal à p , pas de la piste 1) de sorte que la réponse des pistes 11 et 12 est en forme de dents de scie avec pentes linéaires occupant plus de la moitié du champ. Cette particularité est lisible sur la figure et démontrée par les lignes pointillées l_1 , l_2 de part et d'autre de l'axe a d'une zone transparente de la piste

1, et l_i' , l_s' de part et d'autre d'une zone opaque de ladite piste. Il est donc possible d'élaborer un signal d'interpolation entre les positions $-p/2$ et $+p/2$ par différence entre le signal fourni, soit par la piste 11, soit par la piste 12 (selon la valeur "1" ou "0" traduite de la piste 1) et le signal fourni par la piste de référence; la valeur absolue de cette différence est fonction de l'écart entre la position réelle de l'image et celle exprimée en termes de p par la piste 1 et les pistes (non représentées) correspondant aux chiffres de rang supérieur, et le signe de cette différence exprimant que cet écart est à soustraire ou ajouter à la position exprimée.

La figure 3 représente les circuits d'exploitation associés à l'ensemble formé par la grille de codage et la surface photosensible, dans un dispositif conforme à l'invention permettant d'exprimer la position de l'image sur la grille de codage sous forme de n chiffres de code binaire. Dans ces conditions, la grille de codage comporte n pistes se présentant - ainsi qu'il est représenté figure 2 pour la piste 1 - sous forme de secteurs alternativement opaques et transparents dont les pas sont, de la piste 1 à la piste n , dans un rapport égal à 2. La surface photosensible est divisée en n éléments représentés figure 3 par les blocs 1 à n , respectivement. La grille de codage comporte également une piste de référence et l'élément affecté à cette piste est représenté par le bloc r . Ainsi qu'il est connu, les éléments 1 à n sont couplés à la première entrée des amplificateurs différentiels S_1 à S_n , respectivement, la seconde entrée de ces amplificateurs étant couplée à l'élément r ; les sorties desdits amplificateurs sont respectivement couplées à l'entrée des circuits de traduction analogique-digital AD_1 à AD_n qui fournissent ainsi les signaux D_1 à D_n , de niveau "1" ou "0", expression en code binaire de la distance mesurée en termes de p (pas de la piste 1 de plus faible poids).

Conformément à l'invention, la grille de codage comporte également deux pistes 11 et 12, associées à la piste 1, qui rendent la définition du système indépendante de la largeur L de l'image; les éléments de la surface photosensible affectés aux pistes 11 et 12 sont représentés, figure 3, par les blocs 11 et 12. Comme les éléments 1 à n , les éléments 11 et 12 sont couplés chacun à la

première entrée d'un amplificateur différentiel, soit S11 et S12, respectivement, la seconde entrée de ces amplificateurs étant couplée à l'élément \underline{x} ; les sorties des amplificateurs S11 et S12 sont couplées à la porte de sélection PS à double entrée à laquelle est également couplée la sortie du circuit AD1 et qui, selon le

5 le est également couplée la sortie du circuit AD1 et qui, selon le niveau "1" ou "0" du signal D1, transmet au circuit N le signal formé à partir de la piste 11 ou 12, respectivement. En se reportant à la figure 2 :

- pour l'image I, le niveau du signal D1 est "1"; le signal sélectionné est celui fourni par l'amplificateur différentiel S11; le

10 signal fourni au circuit N est un signal positif dont la valeur absolue est fonction de l'écart entre l'axe de la zone transparente $\underline{z_i}$ de la piste 1 et celui de l'image.

- pour l'image I', le niveau du signal D1 est "0"; le signal sélectionné est celui fourni par l'amplificateur différentiel S12;

15 le signal fourni au circuit N est un signal négatif dont la valeur absolue est fonction de l'écart entre l'axe de la zone opaque $\underline{z_i'}$ de la piste 1 et celui de l'image.

Le circuit N est un circuit de normalisation auquel est également appliqué le signal issu de la piste de référence, et qui

20 fournit au circuit C un signal indépendant des fluctuations du système optique. Le circuit C transforme l'information analogique qui lui est fournie en une information DS numérique en code binaire à 3, 4 ou 5 chiffres (selon la précision souhaitée : 12,5 %, 6,25 % ou 3,125 %, respectivement). L'écart exprimé par le signal

25 Ds est ajouté ou retranché à la distance exprimée par l'ensemble des signaux D1 à Dn, selon le signe \underline{ds} de la différence effectuée dans le circuit S11 ou S12, qui est transféré par le circuit PS.

L'invention est particulièrement, bien que non exclusivement,

30 applicable à la mesure de l'attitude des véhicules spatiaux par rapport au soleil. Selon une disposition classique, les dispositifs utilisés à cette fin, ou senseurs, comportent une fente allongée par laquelle les rayons solaires pénètrent et viennent former, sur le plan de la grille de codage parallèle à celui de la fente, une

35 tâche lumineuse allongée dont l'étroitesse est - ainsi qu'il a été dit précédemment - limitée et limite la définition du système, par suite la précision de la mesure effectuée.

A titre d'exemple numérique, si l'on considère un système de senseur solaire comportant une fente de largeur 0,15mm placée à

20 mm du plan de la grille de codage, si l'on néglige la diffraction et si l'on considère des angles de champ faibles, la largeur totale de la tache lumineuse est de l'ordre de 0,34mm, ce qui correspond à un peu moins de 1° dans l'espace devant le senseur. La distance entre les axes des parties transparentes ou ouvertures de la piste 1 peut donc être choisie égale à 0,349mm x 2, ce qui correspond à 2° dans l'espace. Pour obtenir un champ total de 32°, il faut cinq pistes pour une mesure exprimée en code Gray avec des distances entre ouvertures correspondant à 2, 4, 8, 16 et 32°; avec la piste de référence et les pistes 11 et 12, cela fait au total huit pistes.

Si l'on suppose que les ouvertures peuvent être positionnées les unes par rapport aux autres à 3,5 microns près, on pourra espérer une précision équivalente de 0,01°, en ce qui concerne le code Gray. En supposant par ailleurs que la base des triangles a également une longueur de 0,698 mm, un écart de 3,5 microns sur la rectitude de chacun des côtés des triangles introduit des défauts de linéarité de 2 % sur la réponse, par rapport à l'étendue de la région linéaire, correspondant à 1°; ce qui justifierait pleinement la conversion à 5 digits, voire à 6, soit une précision de 3,125 %/2.

Cette disposition reporte tous les signaux à celui qui est fourni par une piste de référence. Au prix d'une complication des masques, d'une augmentation du nombre des pistes sensibles, on peut améliorer la sensibilité du dispositif en doublant les pistes critiques de pistes similaires mises en opposition (de phase pour les pistes de code Gray, d'amplitude pour les pistes analogiques) comme le montre la figure 4. Les pistes sont alors mises en opposition électriquement, deux à deux; dans le cas des pistes analogiques, le signal à digitaliser est alors le rapport entre la différence, fonction linéaire de l'abscisse d'impact de la fente lumineuse, et la somme des signaux des deux pistes, indépendant de cette même abscisse.

Dans certains cas où le prix de revient est un facteur important, on peut considérer que le tracé des nombreux triangles est une opération longue et donc coûteuse, surtout si ces triangles ne sont pas tous égaux, comme cela est le cas pour les senseurs solaires pris en exemple si l'on veut une échelle linéaire en angles (et

non en tangentes). On peut alors utiliser le procédé inverse (figure 5) où on n'utilise que un ou mieux deux caches triangulaires en opposition et deux photodétecteurs, et non pas une fente, mais une succession de fentes parallèles. On est alors obligé de réaliser

5 deux systèmes séparés l'un pour le senseur digital classique, l'autre pour le senseur analogique d'interpolation. Si l'intérêt d'une telle solution n'est pas évident pour des instruments tels que le senseur solaire pris comme exemple jusqu'ici, il est beaucoup plus net pour l'application à la lecture avec interpolation

10 des règles graduées, par exemple.

Il est bien entendu que la description qui précède a été faite uniquement à titre d'exemple non limitatif et que d'autres variantes que celles mentionnées ci-dessus peuvent être envisagées sans, pour cela, sortir du cadre de l'invention.

15 C'est ainsi, par exemple, que les ouvertures des pistes supplémentaires peuvent être en forme de trapèze isocèle de hauteur $2L$ (ou $2p$); il est également possible de former des paliers dans le contour des ouvertures qui déterminent a priori la définition du système pour la mesure de l'écart. D'une façon générale, toute

20 forme d'ouverture donnée à des pistes supplémentaires prévues pour rendre la précision de la mesure indépendante de la largeur de l'image tombe automatiquement dans le cadre de l'invention.

- REVENDICATIONS -

- 1.- Procédé pour évaluer avec précision des distances traduites électriquement à partir de la position d'une image sur une grille de codage portée par une surface photosensible, notamment pour améliorer la précision de mesures de distances exprimées sous
- 5 forme de n signaux électriques dont les niveaux sont représentatifs des m valeurs que peut prendre -selon le code de numération choisi - les n chiffres exprimant la position d'une image allongée de largeur L en mouvement relatif transversalement aux n pistes d'une grille de codage portée par une surface de n éléments de
- 10 détection photo-électrique et sur laquelle est définie une position de référence fixe, lesdites pistes se présentant sous forme de secteurs alternativement opaques et transparents pour constituer des motifs dont les pas - de la piste 1 correspondant au chiffre de rang le plus faible à la piste n correspondant au chiffre de rang le plus élevé - sont, d'une piste à la suivante dans
- 15 un rapport fonction du code de numération choisi, et le pas p des motifs de la piste 1 étant au minimum égal à L, de sorte que la distance est exprimée en termes de p, ledit procédé étant principalement caractérisé en ce qu'il consiste :
- 20 - à former, pour chaque distance mesurée, un signal analogique dont le niveau variable entre une limite inférieure li et une limite supérieure lg est fonction de l'écart variable entre $-p/2$ et $+p/2$ entre la position réelle de l'image et celle exprimée par les n signaux électriques,
- 25 - et à transformer ledit signal analogique en un signal numérique exprimé dans le code de numération choisi.
- 2.- Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le niveau du signal analogique est une fonction linéaire de l'écart variable entre $-p/2$ et $+p/2$ entre la position réelle de
- 30 l'image et celle exprimée par les n signaux électriques.
- 3.- Dispositif pour la mise en oeuvre du procédé selon la revendication 1, du type comportant:
- une optique de formation d'une image allongée de largeur L, ladite image représentant la limite mobile des distances à mesurer,
- 35 - une grille de codage située dans le plan de formation de l'image allongée, portée par une surface de n éléments de détection photo-électrique et sur laquelle la limite fixe des distances à mesurer

- est définie parallèlement à ladite image allongée, ladite grille de codage comportant - pour la formation de n signaux électriques dont les niveaux sont représentatifs des m valeurs que peut prendre, selon le code numération choisi, les n chiffres exprimant la position de l'image sur la grille - n pistes parallèles, disposées transversalement à l'image au niveau des n éléments de détection photo-électrique respectivement, se présentant sous forme de secteurs alternativement opaques et transparents pour constituer des motifs dont les pas - de la piste 1 correspondant au chiffre de rang le plus faible à la piste n correspondant au chiffre de rang le plus élevé - sont, d'une piste à la suivante, dans un rapport fonction du code de numération choisi, le pas p de la piste 1 étant au minimum égal à L , de sorte que la distance est exprimée en termes de p ,
- 5 - et des circuits d'exploitation des signaux formés au niveau des n éléments de détection photo-électrique excités par l'image, ledit dispositif étant principalement caractérisé en ce que :
- 10 - la grille de codage comporte au moins une piste supplémentaire parallèle aux n pistes dont le motif est tel qu'il présente - sur les mêmes axes a des zones de la piste 1 qui, excitées par l'image, donnent lieu à la formation d'un signal dont le niveau est représentatif des valeurs 1 à m - des zones transparentes dont le contour donne lieu à la formation d'un signal analogique variable entre une limite inférieure l_i et une limite supérieure l_s et fonction de la position de l'axe longitudinal de l'image entre les positions $-p/2$ et $+p/2$ de part et d'autre des axes a , ledit dispositif comportant,
- 20 en outre, un circuit de traduction du signal analogique en un signal exprimé selon le code de numération choisi.
- 25 4.- Dispositif selon la revendication 3, pour la mise en oeuvre du procédé selon les revendications 1 et 2, caractérisé en ce que les zones transparentes ont un contour tel qu'elles donnent lieu à la formation d'un signal analogique qui est une fonction linéaire de la position de l'axe longitudinal de l'image entre les positions $-p/2$ et $+p/2$ de part et d'autre des axes a .
- 30 5.- Dispositif selon la revendication 3, pour la mise en oeuvre du procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que :
- 35 - la grille de codage comporte m pistes supplémentaires affectées respectivement aux valeurs 1 à m , les zones transparentes de chaque piste étant répétées au pas $m \times p$ sur les mêmes axes des zones

de la piste 1 qui - excitées par l'image - donnent lieu à la formation d'un signal dont le niveau est représentatif de la valeur $1, 2, \dots, m$ à laquelle la piste supplémentaire qu'elles constituent est affectée, de sorte que les zones transparentes des m pistes supplémentaires sont décalées, d'une piste à l'autre, de p ,
 5 - les circuits d'exploitation comportent, en outre, un circuit de sélection des signaux formés à partir des pistes supplémentaires 1 à m , ledit circuit de sélection étant placé sous la dépendance du signal formé à partir de la piste 1.

10 6.- Dispositif selon les revendications 3 et 4 pour la mise en oeuvre du procédé selon les revendications 1 et 2, caractérisé en ce que le contour des zones transparentes est limité, entre les positions $-p/2$ et $+p/2$ de part et d'autre de leur axe confondu avec l'axe a , par deux droites symétriques par rapport à l'axe x
 15 de la piste qu'elles constituent et qui s'écartent dudit axe x de la position $-p/2$ à la position $+p/2$.

7.- Dispositif selon les revendications 3, 4 et 6 pour la mise en oeuvre du procédé selon les revendications 1 et 2, caractérisé en ce que les zones transparentes des pistes supplémentaires ont un contour en forme de triangle isocèle dont la hauteur,
 20 confondue avec l'axe x , est au moins égale à $2L$.

8.- Dispositif selon les revendications 3, 4 et 6 pour la mise en oeuvre du procédé selon les revendications 1 et 2, caractérisé en ce que les zones transparentes des pistes supplémentaires ont un contour en forme de trapèze isocèle dont la hauteur,
 25 confondue avec l'axe x , est au moins égale à $2L$.

9.- Dispositif selon la revendication 3 dans lequel le code de numération choisi est le code binaire du type comportant -
 outre les n pistes parallèles qui se présentent sous la forme de
 30 secteurs rectangulaires de hauteur H , alternativement opaques et transparents pour la formation de signaux dont les niveaux sont représentatifs des valeurs binaires "0" et "1", respectivement -
 une piste de référence associée à un élément de référence de détection photo-électrique, se présentant sous la forme d'un secteur
 35 rectangulaire d'une longueur égale à celle des n pistes, d'une hauteur égale à $H/2$ et dont l'axe de symétrie longitudinal est parallèle auxdites n pistes, les secteurs rectangulaires de la piste 1 ayant une largeur égale à $L = P$, et les signaux formés au niveau des n éléments de détection électrique étant exploités par

- comparaison avec le signal formé au niveau de l'élément de référence pour fournir un signal de niveau "0" ou "1" selon que les surfaces sensibles excitées à travers les n pistes sont plus petites ou plus grandes que celle excitée à travers la piste de référence, ledit dispositif étant caractérisé en ce que :
- 5 - la grille de codage comporte - en outre - deux pistes supplémentaires, associées respectivement à deux éléments supplémentaires de détection photo-électrique, présentant des secteurs transparents contigus en forme de triangle isocèle de hauteur égale à $2L$ dont
 - 10 l'axe longitudinal est parallèle aux n pistes et qui sont axés transversalement, pour l'une desdites deux pistes supplémentaires, sur les secteurs transparents, pour l'autre, sur les secteurs de la piste 1,
 - 15 - les circuits d'exploitation comportent, outre un circuit de traduction analogique-digital associé aux deux pistes supplémentaires, deux circuits soustracteurs couplés, d'une part, à l'élément de référence de détection photo-électrique, d'autre part, respectivement, aux deux éléments supplémentaires de détection photo-électrique, un circuit de sélection couplé à la sortie desdits circuits
 - 20 soustracteurs et à l'entrée du circuit de traduction pour sélectionner la sortie du soustracteur associé à la piste supplémentaire dont les secteurs transparents sont axés sur les secteurs opaques de la piste 1 si le signal formé à partir de cette dernière est "0", sur les secteurs transparents si le signal est "1", le nombre
 - 25 binaire exprimé par le traducteur étant soustrait ou ajouté au nombre binaire formé à partir des n pistes selon le signe du signal formé par le soustracteur sélectionné.

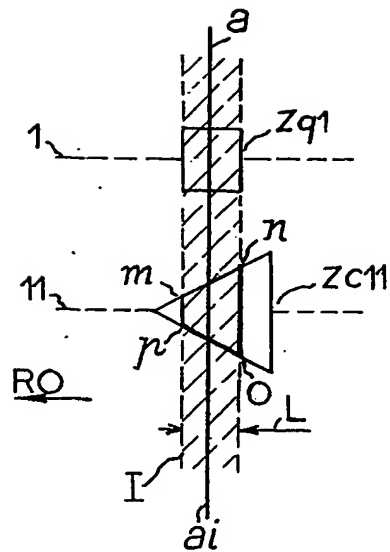


Fig.1a.

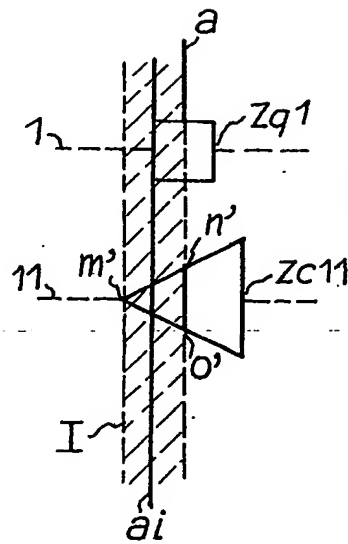


Fig.1b.

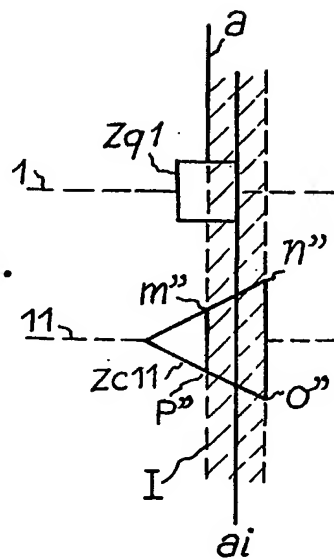


Fig.1c.

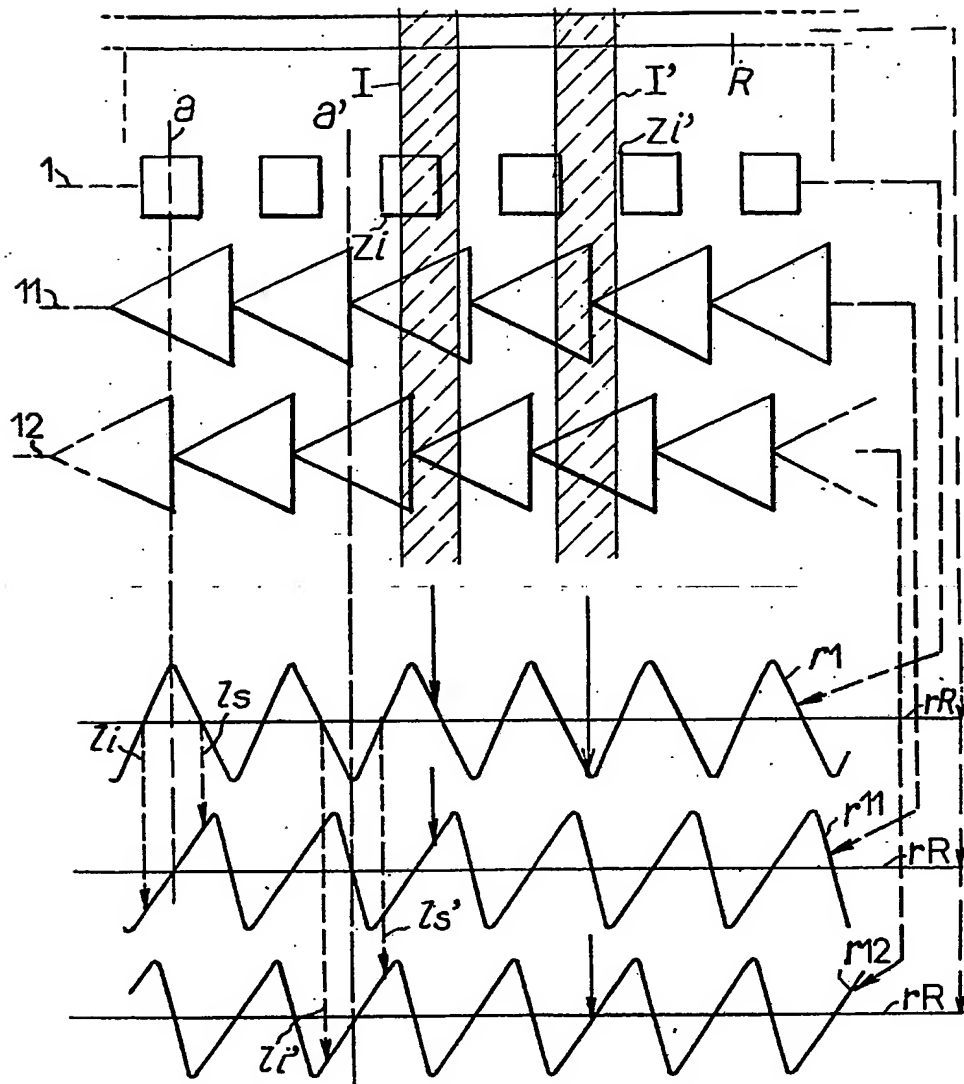


Fig. 2.

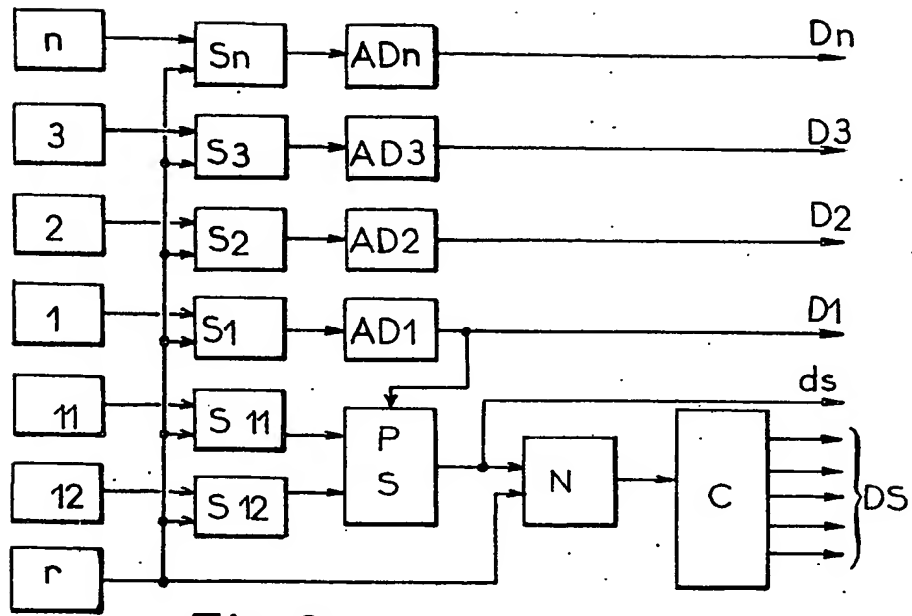


Fig.3.

Fig.4.

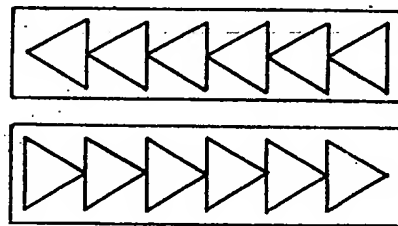
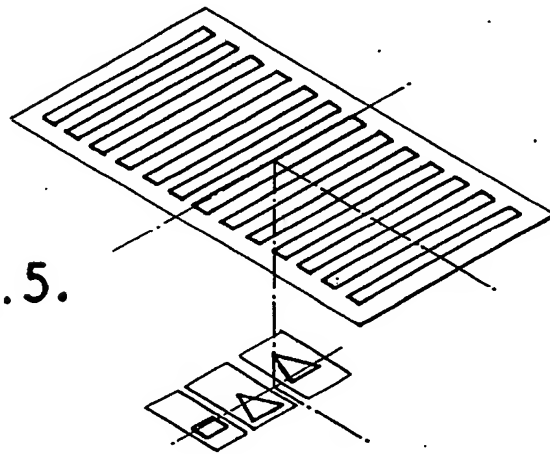


Fig.5.



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.